

**NASKAH PUBLIKASI**

**ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT TIGA FASE *LINE TO*  
*GROUND* PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 13 *BUS*  
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM *ETAP POWER STATION 7.0***



**Diajukan oleh:**

**INDRIANTO**

**D 400 100 050**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2014**

## LEMBAR PENGESAHAN

Karya ilmiah dengan judul “**ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT TIGA FASE *LINE TO GROUND* PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 13 BUS DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM *ETAP POWER STATION 7.0***” ini diajukan oleh :

Nama : Indrianto

NIM : D400 100 050

Guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program Sarjana Strata-Satu (S1) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta, telah diperiksa dan disetujui pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 17 Juli 2014

Mengetahui

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Agus Supardi, ST, MT)



(Aris Budiman, ST, MT.)

SURAT PERNYATAN  
PUBLIKASIKARYAILMIAH

Bismillahirrahmanirrohim,

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya

Nama	: Indrianto
NIM/NIK/NIP	: D400 100 050
Fakultas/Jurusan	: Teknik/Teknik Elektro
Jenis	: Laporan Penelitian
Judul	: ANALISIS HUBUNG SINGKAT TIGA FASE <i>LINE TO GROUND</i> PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 13 <i>BUS</i> DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM <i>ETAP POWER STATION 7.0</i>

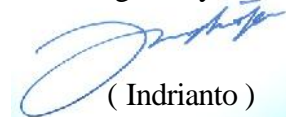
Dengan ini menyatakan bahwa saya menyetujui untuk

1. Memberikan hak bebas royalti kepada Perpustakaan UMS atas penulisan karya ilmiah saya, demi pengembangan ilmu pengetahuan.
2. Memberikan hak menyimpan, mengalih medikan/mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, serta menampilkannya dalam bentuk *softcopy* untuk kepentingan akademis kepada Perpustakaan UMS, tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UMS, dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan semoga dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 23 Juli 2014

Yang Menyatakan

  
( Indrianto )

# ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT TIGA *LINE TO GROUND* FASE PADA SISTEM DISTRIBUSI STANDAR IEEE 13 BUS DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM *ETAP POWER STATION 7.0*

Indrianto  
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani tromol pos 1 pabelan kartasura surakarta  
[indrianto.d400100050@yahoo.com](mailto:indrianto.d400100050@yahoo.com)

## ABSTRAKSI

*Distribusi adalah penyalur tenaga listrik ke masyarakat. Oleh karena itu, jaringan distribusi merupakan bagian jaringan listrik yang paling dekat dengan masyarakat. Sistem distribusi yang diteliti dalam hal ini adalah sistem distribusi standar IEEE 13 bus. Penyaluran tenaga listrik ke konsumen sering kali mengalami kendala berupa gangguan hubung singkat yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik.*

*Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis arus hubung singkat line to ground pada sistem distribusi standar IEEE 13 bus dengan menggunakan ETAP Power Station 7.0. Penelitian dilakukan dengan membuat model sistem distribusi standar 13 bus dengan menggunakan ETAP Power Station 7.0. Data-data sistem yang diperlukan kemudian dimasukkan ke dalam model tersebut. Setelah modelnya lengkap kemudian dilakukan simulasi aliran daya untuk mengetahui apakah model yang dibuat sudah sempurna atau belum. Kemudian ditentukan lokasi yang akan terjadi gangguan hubung singkat line to ground, dalam hal ini lokasi hubung singkat dilakukan pada bus 671*

*Hasil simulasi menunjukkan bahwa gangguan hubung singkat line to ground jika semakin jauh bus tersebut dari power grid, maka impedansi salurannya akan semakin besar. Semakin besar impedansi salurannya maka arus hubung singkat akan semakin kecil, hubung singkat line to ground pada bus 671 hanya mempengaruhi bus 632, bus 633, bus 634, bus 671, bus 692 dan bus 675. Juga didapat hasil bahwa arus gangguan pada bus 671 dengan perhitungan ETAP sebesar 4519.00 A sedangkan dalam perhitungan manual sebesar 4305.55 A. Perbedaan ini dikarenakan pembulatan dalam perhitungan yang dilakukan.*

*Dengan nilai arus yang telah diketahui dapat ditentukan kapasitas circuit breaker sebagai pengaman ketika terjadi gangguan.*

**Kata kunci :** *Hubung singkat line to ground, Sistem distribusi 13 bus, ETAP Power Station*

## 1. Pendahuluan

Tenaga listrik disuplai ke konsumen melalui sistem tenaga listrik. sistem tenaga listrik terdiri dari beberapa sub sistem, yaitu pembangkitan, transmisi, dan distribusi. Tenaga listrik disalurkan ke masyarakat melalui jaringan distribusi. Oleh karena itu, jaringan distribusi merupakan bagian

jaringan listrik yang paling dekat dengan masyarakat. Jaringan distribusi dikelompokkan menjadi dua, yaitu jaringan distribusi primer dan jaringan distribusi sekunder.

Tegangan distribusi primer yang dipakai PLN adalah 20 kV, 12 kV, 6 kV. Pada saat ini, tegangan distribusi primer yang cenderung dikembangkan oleh PLN adalah 20 kV. Tegangan pada jaringan distribusi primer, diturunkan oleh gardu distribusi menjadi tegangan rendah yang besarnya adalah 380/220 V, dan disalurkan kembali melalui jaringan tegangan rendah kepada konsumen. Dalam operasi sistem tenaga listrik sering terjadi gangguan - gangguan yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Gangguan adalah penghalang dari suatu sistem yang sedang beroperasi atau suatu keadaan dari sistem penyaluran tenaga listrik yang menyimpang dari kondisi normal. Suatu gangguan di dalam peralatan listrik didefinisikan sebagai terjadinya suatu kerusakan di dalam jaringan listrik yang menyebabkan aliran arus listrik keluar dari saluran yang seharusnya. Berdasarkan ANSI/IEEE Std. 100-1992 gangguan didefinisikan sebagai suatu kondisi fisis yang disebabkan kegagalan suatu perangkat, komponen, atau suatu elemen untuk bekerja sesuai dengan fungsinya. Gangguan hampir selalu ditimbulkan oleh hubung singkat antar fase atau hubung singkat fase ke tanah. Suatu gangguan hampir selalu berupa hubung

langsung atau melalui impedansi. Istilah gangguan identik dengan hubung singkat, sesuai standart ANSI/IEEE Std. 100-1992.

Hubung singkat merupakan suatu hubungan abnormal (termasuk busur api) pada impedansi yang relatif rendah terjadi secara kebetulan atau disengaja antara dua titik yang mempunyai potensial yang berbeda. Istilah gangguan atau gangguan hubung singkat digunakan untuk menjelaskan suatu hubungan singkat. Berkaitan dengan arus hubung singkat, salah satu faktor yang berpengaruh adalah impedansi sumber dan impedansi saluran. Impedansi saluran ditentukan oleh panjang saluran, sedangkan arus hubung singkat ditentukan oleh impedansi hubung singkatnya. Untuk mengatasi gangguan hubung singkat, perlu dilakukan analisis hubung singkat sehingga sistem proteksi yang tepat pada Sistem Tenaga Listrik dapat ditentukan. Analisis hubung singkat adalah analisis yang mempelajari kontribusi arus gangguan hubung singkat yang mungkin mengalir pada setiap cabang didalam sistem (di jaringan distribusi, transmisi, trafo tenaga atau dari pembangkit) sewaktu gangguan hubung singkat yang mungkin terjadi di dalam sistem tenaga listrik.

berkaitan dengan penelitian ini berupa buku, skripsi, jurnal publikasi, tesis dan karya-karya ilmiah lainnya.

## **2. Metode Penelitian**

### **2.1 Jadwal Penelitian**

Penelitian dan pembuatan laporan dengan judul Analisis Hubung *Line To Ground* pada sistem distribusi standar IEEE 13 bus dengan menggunakan program *ETAP Power Station 7.0* dapat diselesaikan dalam waktu 4 bulan yaitu mulai dari studi literatur, pembuatan proposal sampai analisis data dan pembuatan laporan.

### **2.2 Tahap Studi Literatur**

Studi literatur adalah sebuah kajian penulis yang berisi tentang referensi-referensi

### **3.2 Pengumpulan Data**

Data *single line diagram* sistem distribusi standar IEEE 13 bus yang berupa data beban, data saluran, data kapasitor, dan data beban nonlinier yang digunakan sebagai penyebab hubung singkat diperoleh dari dosen pembimbing.

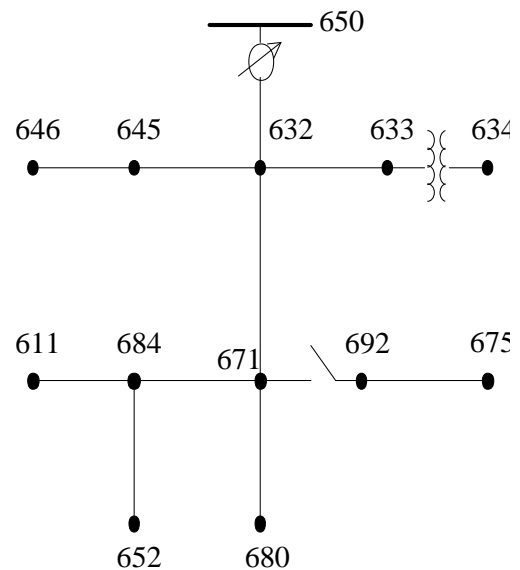
## 2.4 Tahap Pengolahan Data

Simulasi dan analisa menggunakan software *ETAP Power Station 7.0* terhadap data yang ada :

1. Memasukkan nilai-nilai kedalam tampilan perangkat editor *ETAP Power Station 7.0* berupa nilai resistansi reaktansi saluran distribusi, kapasitas kapasitor, panjang kabel penampang dan besar ukuran kabel penampang, dan data beban.
2. Menganalisis hasil simulasi arus hubung singkat tiga fase pada software *ETAP Power Station 7.0* pada bus yang di tentukan
3. Menganalisis gangguan hubung singkat tiga fase pada perhitungan manual
4. Membandingkan hasil perhitungan pada software *ETAP Power Station 7.0* dengan perhitungan manual.
5. Menentukan kapasitas *CB* ( *Circuit Breaker* ) pada masing – masing jaringan.
6. Membuat kesimpulan

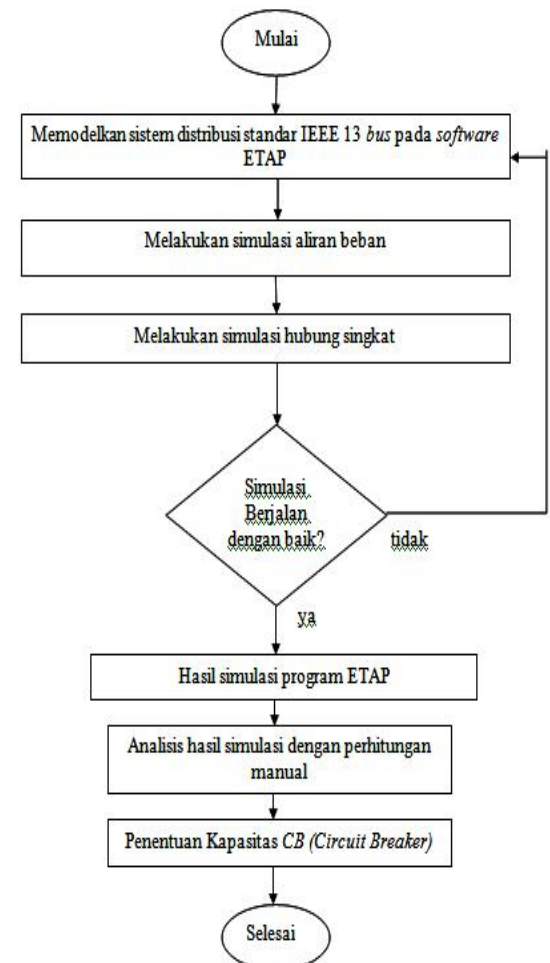
## 2.5 Peralatan yang dipakai

1. Perangkat Komputer dan Perangkat Lunak  
Bahan perlengkapan untuk mendukung penelitian ini adalah perangkat keras laptop untuk menjalankan *ETAP Power Station 7.0*, software *ETAP power station 7.0*, kalkulator sebagai alat bantu perhitungan manual.
2. Gambaran Sistem Distribusi Standar IEEE 13 Bus  
Penelitian ini menggunakan sistem distribusi standar IEEE 13 bus dengan terpasang 2 kapasitor pada bus 611, dan bus 675 seperti ditunjukkan pada gambar 3.1 . Sistem distribusi standar IEEE 13 bus yaitu sistem distribusi yang pada tiap-tiap bus memiliki konfigurasi fase yang berbeda. Ada yang menggunakan sistem 3 fase 3 kabel, sistem 3 fase 4 kabel, sistem 1 fase 2 kabel dan sistem 2 fasa 3 kabel.



Gambar 1. menunjukan sistem distribusi standar IEEE 13 bus.

## 2.6 Flowchart Penelitian



Gambar 2. Flowchart penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Umum

Program analisis hubung singkat dalam *ETAP Power Station 7.0* dapat menganalisis hubung singkat tiga fase, hubung singkat saluran ke tanah, hubung singkat saluran ke saluran, dan hubung singkat saluran ganda ke tanah pada sistem distribusi. Program akan menghitung arus hubung singkat berdasarkan kontribusi dari motor, generator dan sistem *utility*. Analisis hubung singkat yang dilakukan pada penelitian ini adalah gangguan hubung singkat tiga fase. Arus hubung singkat pada *bus* yang terganggu dihitung setelah 30 siklus (kondisi *steady state*). Besarnya impedansi saluran antar *bus* pada sistem distribusi standar IEEE 13 *bus* berbeda-beda nilainya. Impedansi totalnya akan semakin besar bila

jaraknya semakin jauh dari *power grid*. Adanya gangguan hubung singkat tiga fase pada salah satu *bus* akan mengakibatkan terjadinya perubahan aliran daya. Arus yang semula mengalir menuju masing-masing *bus*, berubah arah dan magnitudenya menuju ke *bus* yang terganggu. Pada saat terjadi gangguan hubung singkat *line to ground*, maka juga diikuti dengan perubahan tegangan sistem.

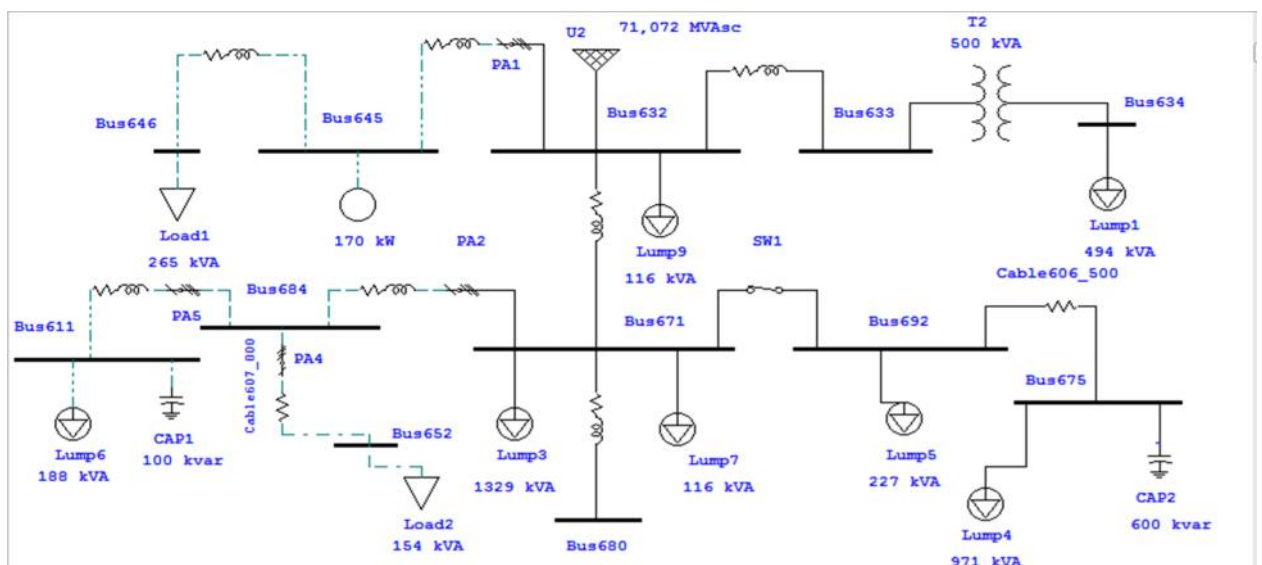
Arus hubung singkat tiga fase yang terjadi hanya merupakan kontribusi dari *power grid* dan beban. Magnitude arus hubung singkatnya ditentukan oleh impedansi total antara *power grid* dengan lokasi gangguan dan beban yang terpasang pada lokasi gangguan. Impedansi ini meliputi impedansi urutan positif dari *power grid*.

#### 3.2 Hasil Simulasi Analisis Aliran Beban

Simulasi aliran beban pada sistem distribusi standar IEEE 13 *bus* dilakukan saat sistem dalam kondisi normal, sehingga dapat diketahui nilai tegangan, arus, dan arah aliran daya yang mengalir

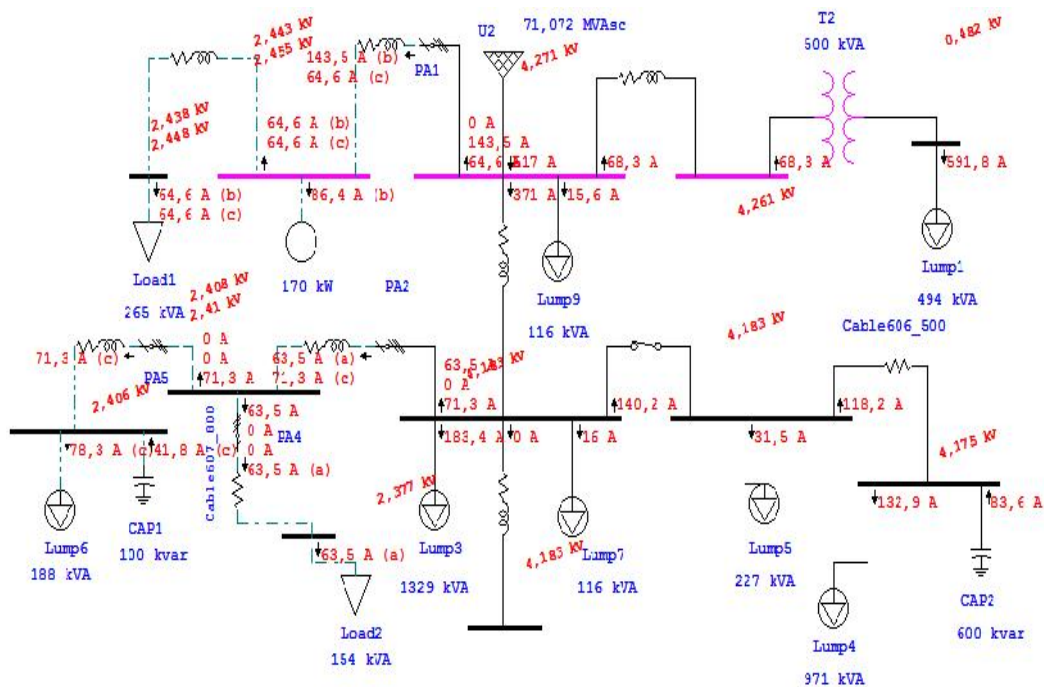
pada sistem distribusi standar IEEE 13 *bus*.

Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui aliran daya dan nilai arus normal yang terjadi saat sistem sebagai acuan untuk menentukan kapasitas *circuit breaker*.



Gambar 3. One line diagram sistem distribusi 13 bus dengan ETAP Power Station 7.0





Gambar 4. Model sistem distribusi standard IEEE 13 bus kondisi normal setelah di simulasi aliran daya dalam ETAP Power Station 7.0

#### LOAD FLOW REPORT

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow				XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	% PF	% Tap
* Bus632	4.160	102.670	-2.1	3.514	1.511	0.510	0.323	Bus671	2.597	0.887	371.0	94.6	
								Bus633	0.406	0.301	68.3	80.4	
Bus633	4.160	102.422	-2.2	0	0	0	0	Bus632	-0.405	-0.300	68.3	80.4	
								Bus634	0.405	0.300	68.3	80.4	
Bus634	0.480	100.389	-2.7	0	0	0.490	0.290	Bus633	-0.406	-0.290	591.8	81.0	
Bus671	4.160	100.553	-3.1	0	0	1.533	0.783	Bus632	-2.568	-0.794	371.0	95.5	
								Bus680	0.000	0.000	0.0	0.0	
								Bus692	1.016	0.011	140.2	100.0	
Bus675	4.160	100.359	-3.9	0	0	0.843	-0.142	Bus692	-0.843	0.142	118.2	-91.6	
Bus680	4.160	100.553	-3.1	0	0	0	0	Bus671	0.000	0.000	0.0	0.0	
Bus692	4.160	100.553	-3.1	0	0	0.171	0.152	Bus675	0.845	-0.141	118.2	-91.6	
								Bus671	-1.016	-0.011	140.2	100.0	

\* Indicates a voltage regulated bus (voltage controlled or swing type machine connected to it)

# Indicates a bus with a load mismatch of more than 0.1 MVA

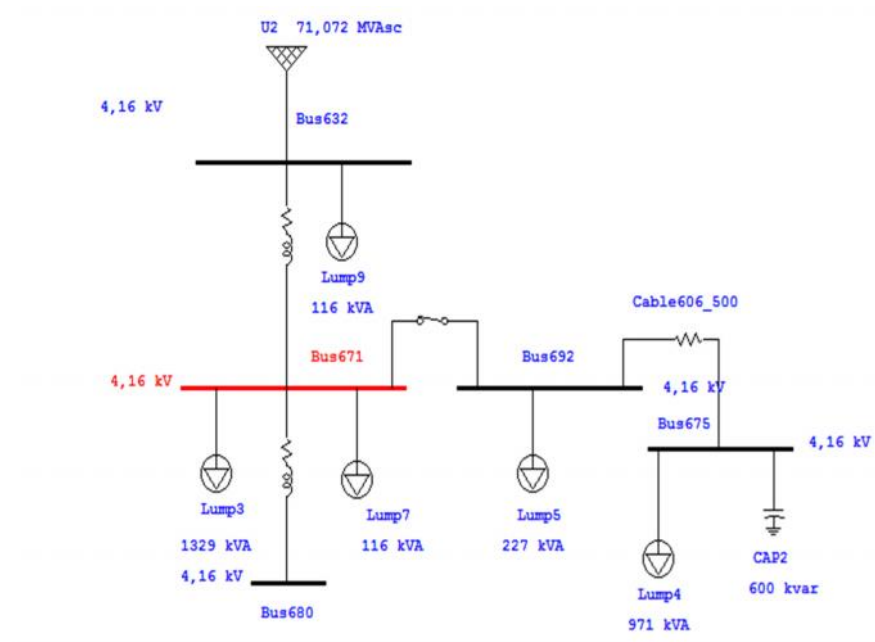
Gambar 5. hasil simulasi load flow analysis ETAP





### 3.5 Perhitungan Arus Hubung Singkat Tiga Fase dengan Metode Thevenin

#### 1. Perhitungan Hubung Singkat 3 Fase pada Bus 671



Gambar 8. Rangkaian sederhana hubung singkat pada bus 671 sistem distribusi standard IEEE 13 bus dalam ETAP Power Station 7.0

Gambar 4.6 dengan lokasi gangguan pada bus 671 dapat diselesaikan dengan metode thevenin sebagai berikut:

*Power grid* : 71.02MVA, 4.16 kV,  
 $X'' = 140.7\%$

*Lump 3* : 1.329 MVA, 4.16 kV,  
 $X'' = 16.67\%$

*Lump 7* : 0.116 MVA, 4.16 kV,  
 $X'' = 16.67\%$

*Lump 4* : 0.971 MVA, 4.16 kV,  
 $X'' = 15.38\%$

Impedansi saluran distribusi

*bus 632 – bus 671* : 136.88 %

Impedansi saluran distribusi

*bus 692 – bus 675* : 35.57%

Impedansi saluran distribusi

*bus 671 – bus 680* : 68.62 %

Basis perhitungan adalah 4.16 kV, 100 MVA pada jaringan distribusi.

*Penyelesaian :*

1. Menentukan tegangan sisi yang lain.  
Tegangan sisi distribusi – 4.16 kV  
Tegangan sisi *power gri*

$$4.16 \times \frac{4.16}{4.16} = 4.16 \text{ kV}$$

2. Menghitung impedansi tiap-tiap peralatan dalam bentuk perunit

$$\text{Power grid } X_d'' = 1.407 \times \left( \frac{100 \text{ MVA}}{72.02 \text{ MVA}} \right) \times \left( \frac{4.16 \text{ kV}}{4.16 \text{ kV}} \right)^2 = 1.97 \text{ pu}$$

$$\text{Lump 3 } X_t'' = 0.1667 \times \left( \frac{100 \text{ MVA}}{1.329 \text{ MVA}} \right) \times \left( \frac{4.16 \text{ kV}}{4.16 \text{ kV}} \right)^2 = 12.54 \text{ pu}$$

$$\text{Lump 7 } X_t'' = 0.1667 \times \left( \frac{100 \text{ MVA}}{0.116 \text{ MVA}} \right) \times \left( \frac{4.16 \text{ kV}}{4.16 \text{ kV}} \right)^2 = 143.7 \text{ pu}$$

$$\text{Lump 4 } X_t'' = 0.1538 \times \left( \frac{100 \text{ MVA}}{0.971 \text{ MVA}} \right) \times \left( \frac{4.16 \text{ kV}}{4.16 \text{ kV}} \right)^2 = 15.83 \text{ pu}$$

3. Menghitung impedansi urutan positif tiap-tiap peralatan dalam bentuk perunit

$$\text{Power grid } X_d'' = 1.407 \times \left( \frac{100 \text{ MVA}}{72.02 \text{ MVA}} \right) \times \left( \frac{4.16 \text{ Kv}}{4.16 \text{ Kv}} \right)^2 = 1.97 \text{ pu}$$

4. Menghitung impedansi urutan nol tiap-tiap peralatan dalam bentuk perunit

$$\text{Power grid } X_d'' = 3.044 \times \left( \frac{100 \text{ MVA}}{72.02 \text{ MVA}} \right) \times \left( \frac{4.16 \text{ Kv}}{4.16 \text{ Kv}} \right)^2 = 4.16 \text{ pu}$$

5. Menghitung impedansi urutan negatif tiap-tiap peralatan dalam bentuk perunit

$$\text{Power grid } X_d'' = 1.407 \times \left( \frac{100 \text{ MVA}}{72.02 \text{ MVA}} \right) \times \left( \frac{4.16 \text{ Kv}}{4.16 \text{ Kv}} \right)^2 = 1.97 \text{ pu}$$

Transmisi bus 632 - bus 671

$$X_t'' = 1.36 \text{ pu}$$

Transmisi bus 692 - bus 675

$$X_t'' = 0.35 \text{ pu}$$

Transmisi bus 671 - bus 680

$$X_t'' = 0.68 \text{ pu}$$

Impedansi Thevenin urutan positif :

$$Z_{th} = \frac{j1.97 \times j11.62}{j1.97 + j11.62} = 1.38 \text{ pu}$$

Impedansi Thevenin distribusi :

$$Z_{th} = \frac{j1.36 \times j6.74}{j1.36 + j6.74} = 1.13 \text{ pu}$$

Tegangan gangguan :

$$V_f = \frac{4.16 \text{ kV}}{4.16 \text{ kV}} = 1.0 < 0^\circ \text{ pu}$$

Arus gangguan total

$$I_f'' = \frac{1.0 < 0^\circ + j0}{-j2.5 + j4.16 - j1.97} = -j0.31 \text{ pu}$$

Untuk mendapatkan arus dalam ampere, nilai persatuan dikalikan dengan arus dasar rangkaian:

Arus gangguan total

$$I_f = -j0.31 \times \frac{100.000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 4.16} = 4305.55 \text{ A}$$

Tabel 1. Hasil perbandingan hubung singkat bus 671

BUS 671	Aus Hubung Singkat Line To Ground (Ampere)
Perhitungan Manual	4305.55
Perhitungan Program ETAP	4514

### 3.6 Hasil Analisis Hubung Singkat Tiga fase

Tabel 2. Hasil hubung singkat tiga fase

Lokasi Gangguan Sistem 3 Fase	Arus Hubung Singkat (Ampere)
<i>Bus 671</i>	6390
<i>Bus 632</i>	11229
<i>Bus 680</i>	4856
Bus 633	8041
Bus 634	20157
Bus 692	6390
Bus 675	5722

Sistem distribusi standar IEEE 13 *bus*. Variasi nilai tersebut tergantung dari lokasi gangguan. . Pada penyulang pertama (*bus 634 – bus 633*), arus hubung singkat tiga fase yang paling kecil dihasilkan oleh gangguan yang terjadi pada *bus 633* (*bus* yang terjauh dari *power grid*), sedangkan arus hubung singkat yang paling besar dihasilkan oleh gangguan yang terjadi pada *bus 634* (*bus* yang berada pada tegangan 0.48 kV dari trafo gardu induk yang di suplai dari *bus 633*). Pada penyulang kedua (*bus 632 – bus 675*), arus hubung singkat tiga *phase* yang paling kecil dihasilkan oleh gangguan yang terjadi pada *bus 680* (*bus* yang terjauh dari *power grid*),

sedangkan arus hubung singkat tiga *phase* yang paling besar dihasilkan oleh gangguan yang terjadi pada *bus 632* (*bus* yang terdekat dengan *power grid*). Hasil ini sesuai dengan teori perhitungan arus hubung singkat tiga fase yang menyatakan bahwa arus hubung singkat ditentukan oleh impedansi sistem. Semakin jauh *bus* tersebut dari *power grid*, maka impedansi salurannya akan semakin besar. Semakin besar impedansi salurannya maka arus hubung singkat tiga fase akan semakin kecil dan Semakin dekat *bus* tersebut dari *power grid*, maka impedansi salurannya akan semakin kecil. Semakin kecil impedansi salurannya maka arus hubung singkat tiga fase akan semakin besar.

### 3.7 Menentukan Kapasitas CB ( *Circuit Breaker* )

Untuk menentukan kapasitas *CB* (*circuit breaker*), maka perlu diketahui arus yang mengalir pada masing-masing jaringan transmisi. Hal ini bisa di dapat pada parameter yang telah tertera pada simulasi *ETAP power station 7.0*. Dimana pada saat di lakukan *load flow analysis* , di ketahui berapa arus yang mengalir pada masing masing jaringan transmisi baik itu dari bus ke bus maupun bus ke beban. Kapasitas *CB* (*Circuit Breaker*). Kapasitas *CB* dapat ditentukan berdasarkan nilai arus yang sudah di ketahui berdasar *ETAP* pada masing-masing transformator dan saluran transmisi. Maka dapat dihitung dengan rumus

$$I_{CB} = I_{TR} \times 1.25 \dots \dots \dots (1)$$

Dari nilai arus pada masing-masing saluran transmisi, akan didapat nilai batas arus untuk menentukan kapasitas *CB* yang akan digunakan.

Tabel 3. Nilai arus pada masing – masing jaringan

Jaringan Transmisi Antara		Arus Normal berdasar ETAP (Ampere)
<i>Power Grid</i>	<i>Bus 362</i>	371.0
<i>Bus 632</i>	<i>Bus 671</i>	371.0
<i>Bus 632</i>	<i>Lump 9</i>	15.6
<i>Bus 632</i>	<i>Bus 633</i>	68.3
<i>Bus 633</i>	<i>Bus 634</i>	68.3
<i>Bus 634</i>	<i>Lump 1</i>	591.8
<i>Bus 671</i>	<i>Lump 3</i>	183.4
<i>Bus 671</i>	<i>Lump 7</i>	16.0
<i>Bus 671</i>	<i>Bus 692</i>	140.2
<i>Bus 692</i>	<i>Lump 5</i>	31.5
<i>Bus 692</i>	<i>Bus 675</i>	118.2
<i>Bus 675</i>	<i>Lump 4</i>	132.9

1. Penentuan kapasitas *circuit breaker* pada jaringan *power grid* ke *bus 632*  
 $I_{CB} = \text{Arus pada jaringan} \times 1.25$   
 $= 517 \times 1.25$   
 $= 646.25 \text{ Ampere}$
2. Penentuan kapasitas *circuit breaker* pada jaringan *bus 632 – bus 671*  
 $I_{CB} = \text{Arus pada jaringan} \times 1.25$   
 $= 371 \times 1.25$   
 $= 463.75 \text{ Ampere}$
3. Penentuan kapasitas *circuit breaker* pada jaringan *bus 632 – lump 9*  
 $I_{CB} = \text{Arus pada jaringan} \times 1.25$   
 $= 15.6 \times 1.25$   
 $= 19.5 \text{ Ampere}$
4. Penentuan kapasitas *circuit breaker* pada jaringan *bus 632 – bus 633*  
 $I_{CB} = \text{Arus pada jaringan} \times 1.25$   
 $= 68.3 \times 1.25$   
 $= 85.37 \text{ Ampere}$

5. Penentuan kapasitas *circuit breaker* pada jaringan *bus 633 – bus 634*  
 $I_{CB} = \text{Arus pada jaringan} \times 1.25$   
 $= 68.3 \times 1.25$   
 $= 85.37 \text{ Ampere}$
6. Penentuan kapasitas *circuit breaker* pada jaringan *bus 634 – lump 1*  
 $I_{CB} = \text{Arus pada jaringan} \times 1.25$   
 $= 591.8 \times 1.25$   
 $= 739.75 \text{ Ampere}$
7. Penentuan kapasitas *circuit breaker* pada jaringan *bus 671 – lump 3*  
 $I_{CB} = \text{Arus pada jaringan} \times 1.25$   
 $= 183.4 \times 1.25$   
 $= 229.25 \text{ Ampere}$
8. Penentuan kapasitas *circuit breaker* pada jaringan *bus 671 – lump 7*  
 $I_{CB} = \text{Arus pada jaringan} \times 1.25$   
 $= 16 \times 1.25$   
 $= 20.00 \text{ Ampere}$
9. Penentuan kapasitas *circuit breaker* pada jaringan *bus 671 - bus 692*  
 $I_{CB} = \text{Arus pada jaringan} \times 1.25$   
 $= 140.2 \times 1.25$   
 $= 175.25 \text{ Ampere}$
10. Penentuan kapasitas *circuit breaker* pada jaringan *bus 692 – lump 5*  
 $I_{CB} = \text{Arus pada jaringan} \times 1.25$   
 $= 31.5 \times 1.25$   
 $= 39.37 \text{ Ampere}$
11. Penentuan kapasitas *circuit breaker* pada jaringan *bus 692 – bus 675*  
 $I_{CB} = \text{Arus pada jaringan} \times 1.25$   
 $= 118.2 \times 1.25$   
 $= 147.75 \text{ Ampere}$
12. Penentuan kapasitas *circuit breaker* pada jaringan *bus 675 – lump 4*  
 $I_{CB} = \text{Arus pada jaringan} \times 1.25$   
 $= 132.9 \times 1.25$   
 $= 166.12 \text{ Ampere}$

Tabel 4. Hasil penentuan kapasitas  
*circuit breaker*

Jaringan Antara	Transmisi	Arus Normal berdasar ETAP (Ampere)
<i>Power Grid</i>	<i>Bus 362</i>	646.25
<i>Bus 632</i>	<i>Bus 671</i>	463.75
<i>Bus 632</i>	<i>Lump 9</i>	19.50
<i>Bus 632</i>	<i>Bus 633</i>	85.37
<i>Bus 633</i>	<i>Bus 634</i>	85.37
<i>Bus 634</i>	<i>Lump 1</i>	739.75
<i>Bus 671</i>	<i>Lump 3</i>	229.25
<i>Bus 671</i>	<i>Lump 7</i>	20.00
<i>Bus 671</i>	<i>Bus 692</i>	175.25
<i>Bus 692</i>	<i>Lump 5</i>	39.37
<i>Bus 692</i>	<i>Bus 675</i>	147.75
<i>Bus 675</i>	<i>Lump 4</i>	166.12

Didapat nilai batas arus yang nantinya digunakan untuk menentukan kapasitas CB pada masing – masing saluran antar jaringan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis hubung singkat tiga fase pada sistem distribusi standar IEEE 13 bus dengan penentuan kapasitas *circuit breaker* pada masing – masing saluran menggunakan program *ETAP Power Station 7.0* dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Sistem distribusi standar IEEE 13 bus terdapat sepuluh bus yang terletak pada sistem distribusi 4,16 kV dan 2 bus (611 dan 652) terletak pada sisi tegangan 2,4 kV, dan 1 bus (634) pada tegangan 0,48 KV dari trafo gardu induk yang disuplai dari bus 633. Sistem distribusi ini bertipe radial dengan 2 penyulang utama ketika terjadi hubung singkat *line to ground* hanya berpengaruh bus 632, bus 633, bus 634, bus 671, bus 692, bus 675.
2. Analisis gangguan hubung singkat pada distribusi standar IEEE 13 bus yang terjadi pada bus 671 didapatkan hasil perhitungan *ETAP* sebesar 4514.00 Ampere sedangkan dalam perhitungan manual sebesar 4305.55 Ampere. Dari perhitungan manual dan perhitungan

melalui program *ETAP* terdapat perbedaan nilai yang hampir mendekati, hal itu terjadi karena adanya pembulatan saat perhitungan manual.

3. Kapasitas *circuit breaker* dimasing-masing transformator dan saluran distribusi berbeda-beda dikarenakan nilai arus disetiap saluran tidak sama.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Glover D J., Sarma S. M., Overbye J. T., 2008, *Power System Analysis and Design 4th*, Thomson Corp.
- Grainger J J., Stevenson. William D, JR., 1994, *Power System Analysis*, New York, McGraw-Hill Book Company
- H Saadat, 2002, *Power System Analysis*, New Delhi, McGraw-Hill Book Company.
- Hidayatulloh, Rachmad. 2012. *Analisa gangguan hubung singkat pada jaringan SUTT 150 Kv jalur Kebasen – Balapulang – Bumiayu menggunakan program ETAP*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Rahim, Aulia. 2011. *Studi hubung singkat untuk gangguan simetris dan tidak simetris pada sistem tenaga listrik PT. PLN P3B Sumatera*, Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Andalas.
- Supriyadi, 2013, *analisis hubung singkat line to ground pada sistem distribusi standar ieee 18 bus dengan adanya pemasangan distributed generation (dg) Menggunakan program etap power station 4.0*, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- William D. Stevenson. Jr, Kamal Idris. 1994. *Analisis Sistem Tenaga Listrik*, Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.